

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **07146752 A**

(43) Date of publication of application: **06.06.95**

(51) Int. Cl

**G06F 3/033
G01B 21/20
G06F 3/03
G06T 15/00
G06T 7/00
H04N 7/18
// G01B 11/24**

(21) Application number: **05292251**

(22) Date of filing: **22.11.93**

(71) Applicant: **TOSHIBA CORP**

(72) Inventor: **ONOGUCHI KAZUNORI
WATANABE MUTSUMI
SUZUKI KAORU
WADA TAKASHI
YAGI MINORU
HATTORI HIROSHI
NAKAMURA TATSURO**

(54) ENVIRONMENTAL MODEL PREPARING DEVICE

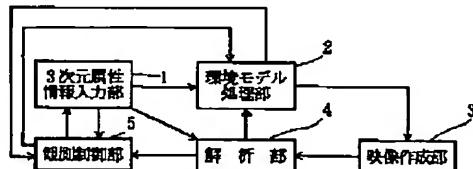
(57) Abstract:

PURPOSE: To provide an environmental model preparing device capable of easily obtaining the positional information within environments of object data such as a desk and a chair, etc., and shapes of large objects such as a ceiling, a wall and a pillar, etc., when an environmental model is prepared.

CONSTITUTION: This device is composed of a three-dimensional attribute information input part 1 measuring the three-dimensional attribute information on distance and shape surface attributes, etc., by using visual information from a television camera and an ultrasonic visual sensor, etc., an environmental model processing part 2 controlling the three-dimensional attribute information inputted in the three-dimensional attribute information input part 1 and forming the environmental model, a video preparation part 3 preparing the artificial video of environments based on the model description stored in the environmental model processing part 2, an analysis part 4 verifying the description of the environmental model by comparing the artificial video preparation result of the video preparation part 3 and the visual information at the present location and an observation control part 5

performing the input control of the three-dimensional attribute information input part 1.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-146752

(43)公開日 平成7年(1995)6月6日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	府内整理番号	F I	技術表示箇所
G 06 F 3/033	3 1 0 Y	7165-5B		
G 01 B 21/20	1 0 1 Z			
G 06 F 3/03	3 8 0 K			
	8125-5L	G 06 F 15/ 62	3 6 0	
	9287-5L		4 1 5	
	審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 14 頁) 最終頁に続く			

(21)出願番号 特願平5-292251

(22)出願日 平成5年(1993)11月22日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 小野口 一則

大阪府大阪市北区大淀中一丁目1番30号
梅田スカイビル タワーウエスト 株式会
社東芝関西支社内

(72)発明者 渡辺 瞳

大阪府大阪市北区大淀中一丁目1番30号
梅田スカイビル タワーウエスト 株式会
社東芝関西支社内

(74)代理人 弁理士 萩原 章子 (外1名)

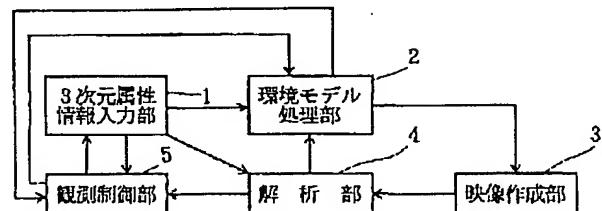
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 環境モデル作成装置

(57)【要約】

【目的】 環境モデルを作成する場合において、机や椅子等の対象物データの環境内位置情報や、天井、壁及び柱等、大きな対象物の形状を簡単に得ることができる環境モデル作成装置を提供する。

【構成】 テレビカメラ、超音波の視覚センサ等からの視覚情報を用いて、距離、形状表面属性等の3次元属性情報を測定する3次元属性情報入力部1と、3次元属性情報入力部1へ入力された3次元属性情報を管理し環境モデルを形成する環境モデル処理部2と、環境モデル処理部2に記憶されたモデル記述に基づき環境の人工映像を作成する映像作成部3と、映像作成部3の人工映像作成結果と現在位置での視覚情報を比較することにより環境モデル記述の検証を行なう解析部4と、3次元属性情報入力部1の入力制御を行なう観測制御部5とからなる。



1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】テレビカメラあるいは超音波の視覚センサ等からの視覚情報を用いて、距離、形状及び表面属性等の3次元属性情報を測定する3次元属性情報入力部と、この3次元属性情報入力部より入力された3次元属性情報と予め記憶された対象物データとから環境モデルを形成する環境モデル処理部と、この環境モデル処理部に記憶された環境モデルに基づき環境の人工映像を作成する映像作成部と、この映像作成部の人工映像作成結果と対応位置での視覚情報を比較することにより環境モデル記述の検証を行う解析部と、前記3次元属性情報入力部の入力制御を行なう観測制御部とからなることを特徴とする環境モデル作成装置。

【請求項2】前記環境モデル処理部が、環境内の対象物に関するデータを予め記憶しておく対象物データ記憶部と、この対象物データ記憶部に記憶されているデータと、前記3次元属性情報入力部より得られた環境の形状及び表面データとから、対象物データ記憶部に記憶されている環境内の対象物を認識すると共に、その認識した対象物の環境内位置を求める認識部と、この認識部により求めた対象物の環境内位置に、前記3次元属性情報入力部より得られた環境の形状及び表面データの代わりに前記認識部により認識した対象物データを置換える対象物データ設置部と、この対象物データ設置部により置換えられた対象物データを記憶する環境モデル記憶部とからなることを特徴とする請求項1記載の環境モデル作成装置。

【請求項3】テレビカメラあるいは超音波の視覚センサ等からの視覚情報を用いて、距離、形状及び表面属性等の3次元属性情報を測定する3次元属性情報入力部と、この3次元属性情報入力部より入力された3次元属性情報を管理し環境モデルを形成する環境モデル処理部と、この環境モデル処理部に記憶された環境モデルに基づき環境の人工映像を作成する映像作成部と、この映像作成部の人工映像作成結果と対応位置での視覚情報を比較することにより環境モデル記述の検証を行う解析部と、前記3次元属性情報入力部より入力された3次元属性情報から対象空間の外郭データ及び非外郭データを識別し、当外郭データから順に詳細な環境モデルを形成するように、前記3次元属性情報入力部の入力制御を行なう観測制御部とからなることを特徴とする環境モデル作成装置。

【請求項4】前記3次元属性情報入力部が、画像を入力するための画像入力手段と、この画像入力手段により入力された画像を用いて奥行きを獲得する奥行き算出部と、この奥行き算出部により得られた奥行きデータを、予め

10

20

30

40

50

設定しておいた座標系における座標値に変換し、3次元データを獲得する座標変換部とから構成されることを特徴とする請求項3記載の環境モデル作成装置。

【請求項5】前記観測制御部が、前記3次元属性情報入力部からのデータによって対象空間の外郭データ、非外郭データ及び画像データを生成する外郭データ生成部と、

この外郭データ生成部より生成した外郭データ、非外郭データ及び画像データを蓄積する蓄積部と、この蓄積部に蓄積された画像データから表面情報を解析する表面情報解析部と、この表面情報解析部によって解析された表面情報と、前記蓄積部に蓄積された外郭データ及び非外郭データから、観測する対象物の背景が単純なものになるよう観測する位置及び方向を算出する観測位置方向算出部とから構成されることを特徴とする請求項3記載の環境モデル作成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、画像情報から環境の3次元形状や表面情報を抽出し、環境のモデルを自動的に作成する環境モデル作成装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、室内等の環境モデルを構築する方法としては、コンピュータグラフィクス（以下、CGという）のデータのように人間が対話的に作成したり、移動ロボットの環境マップのように、ロボットが環境内を動き回って外界センサにより自由空間を検出するものがあった。

【0003】人間が環境モデルを対話的に作成する方法においては、環境内にある対象物の個々の形状及びそれらの環境内の位置を実際に測定しなければならない。

【0004】例えば、オフィス等の環境では、机、椅子、パーティション等の同じ種類のものが複数配置されている場合が多い。そのため、机や椅子等の対象物データを個別に作成したならば、これらのコピーを環境内の所定の位置に配置すれば環境のCGモデルを作成できる。

【0005】しかし、机や椅子等の小型対象物データは、スケール等で形状を容易に実測できるが、天井、柱、壁等の大型対象物データは測定が容易ではない。

【0006】また、小型対象物データを配置するためには、部屋の中のどの位置に机が置かれているかといった、小型対象物データの環境内位置情報が必要となるが、これを測定するためには多大な労力を必要とする。小型対象物データの環境内位置情報を得るのに、図面を用いる手法もある。しかし、図面からは、動かせない大型対象物の位置情報は得られても、頻繁に移動する小型対象物の位置情報は得ることができない。つまり、図面には、室内レイアウトを策定した初期の情報しか記載されていないため、その後のレイアウトの変更情報は得ら

3

れない場合が多い。さらに、図面からは対象物の表面の色や模様等の情報が直接得られないため、何らかの手段でそれらを獲得し、データに付加する必要がある。

【0007】ロボットが動き回って外界のデータを各種センサにより獲得し、環境のマップを構築していく従来手法は、対話的に作成する際の労力を軽減することができるが、移動ロボットの誘導が目的のマップであるため、自由空間の記述や環境の概略情報を得るに留まっている。このため、CGデータのように環境の詳細な形状や表面情報が必要な場合に適用できない。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】以上のように、環境モデルを従来の方法で作成するのは容易ではないが、その作成できない問題点をまとめると下記のようになる。

【0009】第1の問題点としては、環境内の対象物データの切りわけができないため、個々の対象物にアクセスできないことがある。例えば、得られる3次元形状データは、机や椅子といった切りわけのできていない、単なる3次元データの塊であるため、机のデータのみにアクセスして移動等の処理ができない。つまり、CG処理の分野に於いて必要とされる基本的な処理が実現できるデータを直接得ることができない。

【0010】第2の問題点としては、得られたデータを基に、信頼度をより高めるためにはどのように観測すれば良いかということが考慮されなかったことがある。特に、データ入力装置としてテレビカメラを用いた場合、観測する対象物が置かれている背景の複雑さが観測の容易さや信頼度に大きく寄与するが、従来手法ではこの点の考慮がなく、複雑な背景下でデータを獲得しているために信頼度が上がらないという問題が生じている。これは、従来手法が、未観測領域を埋めていくための観測手順は持っていても、観測データの信頼性を高め、より詳細なデータを求めるための観測手順を保持していないためである。そのため、これを解決するために従来は、入力されたデータに対し、信頼度（確率的な重み付け）を付加しながらデータを融合することぐらいしか行なわれていなかつた（A. Elfes：“Using Occupancy Grids for Mobile Robot Perception and Navigation”, Computer, Vol. 22, No. 6, pp. 46-57(1989)）。

【0011】したがって、従来の方法では、環境モデルを作成する場合において、小型対象物データの環境内位置情報や、大型対象物の形状を簡単に得ることは困難であった。

【0012】そこで、本発明では、環境モデルを作成する場合において、小型対象物データの環境内位置情報や、大型対象物の形状を簡単に得ることができる環境モデル作成装置を提供する。

【0013】

【課題を解決するための手段】第1の発明の環境モデル作成装置は、テレビカメラあるいは超音波の視覚センサ

10

4

等からの視覚情報を用いて、距離、形状及び表面属性等の3次元属性情報を測定する3次元属性情報入力部と、この3次元属性情報入力部より人力された3次元属性情報と予め記憶された対象物データとから環境モデルを形成する環境モデル処理部と、この環境モデル処理部に記憶された環境モデルに基づき環境の人工映像を作成する映像作成部と、この映像作成部の人工映像作成結果と対応位置での視覚情報を比較することにより環境モデル記述の検証を行なう解析部と、前記3次元属性情報入力部の入力制御を行なう観測制御部とからなるものである。

20

【0014】第2の発明の環境モデル作成装置は、テレビカメラあるいは超音波の視覚センサ等からの視覚情報を用いて、距離、形状及び表面属性等の3次元属性情報を測定する3次元属性情報入力部と、この3次元属性情報入力部より人力された3次元属性情報を管理し環境モデルを形成する環境モデル処理部と、この環境モデル処理部に記憶された環境モデルに基づき環境の人工映像を作成する映像作成部と、この映像作成部の人工映像作成結果と対応位置での視覚情報を比較することにより環境モデル記述の検証を行なう解析部と、前記3次元属性情報入力部より人力された3次元属性情報から対象空間の外郭データ及び非外郭データを識別し、当外郭データから順に詳細な環境モデルを形成するように、前記3次元属性情報入力部の入力制御を行なう観測制御部とからなるものである。

【0015】

【作用】第1の発明の環境モデル作成装置について説明する。

30

【0016】3次元属性情報入力部が、テレビカメラ、超音波の視覚センサ等からの視覚情報を用いて、距離、形状表面属性等の3次元属性情報を測定する。

【0017】環境モデル処理部が、前記3次元属性情報入力部へ入力された3次元属性情報と予め記憶された対象物データとから環境モデルを形成する。

40

【0018】映像作成部が、前記環境モデル処理部に記憶されたモデル記述に基づき環境の人工映像を作成する。

【0019】解析部が、前記映像作成部の人工映像作成結果と現在位置での視覚情報を比較することにより環境モデル記述の検証を行なう。

【0020】観測制御部が、前記3次元属性情報入力部の入力制御を行なう。

【0021】これにより、視覚情報を入力するだけで、環境モデル処理部が環境モデルを形成し、小型対象物データの環境内位置情報や、大型対象物の形状を簡単に得ることができる。

【0022】第2の発明の環境モデル作成装置について説明する。

50

【0023】3次元属性情報入力部が、テレビカメラ、超音波の視覚センサ等からの視覚情報を用いて、距離、

5

6

形状表面属性等の3次元属性情報を測定する。

【0024】環境モデル処理部が、前記3次元属性情報入力部へ人力された3次元属性情報を管理し環境モデルを形成する。

【0025】映像作成部が、前記環境モデル処理部に記憶されたモデル記述に基づき環境の人工映像を作成する。

【0026】解析部が、前記映像作成部の人工映像作成結果と現在位置での視覚情報を比較することにより環境モデル記述の検証を行なう。

【0027】観測制御部が、3次元属性情報入力部より入力された3次元属性情報から対象空間の外郭データ及び非外郭データを識別し、当外郭データから順に詳細な環境モデルを形成するように、前記3次元属性情報入力部の入力制御を行なう。

【0028】これにより、観測する対象物の背景として、表面情報が単純な領域を選ぶことができ、画像からの対象物の切りわけや、画像間の照合が容易になる。

【0029】

【実施例】

(実施例1)以下、本発明の第1の実施例を図1～図4に従い説明する。

【0030】図1は、環境モデル作成装置の概略構成を示すもので、3次元属性情報入力部1、環境モデル処理部2、映像作成部3、解析部4、観測制御部5から構成されている。以下、各部分について説明する。

【0031】3次元属性情報入力部

3次元属性情報入力部1は、環境の3次元形状や表面情報をステレオ視により獲得する。これは、2台のテレビカメラ(以下、ステレオカメラという)によりステレオ画像を入力し、これらステレオ画像をそれぞれ画像メモリに蓄積する。そして、2枚の画像メモリに蓄積されているステレオ画像間の対応づけを行ない、ステレオカメラの座標系における環境の3次元座標データを求める。得られた3次元座標データ、及び画像データは環境モデル処理部2へ送られる。

【0032】環境モデル処理部

図2に環境モデル処理部2の一構成例を示し、更新部6、3次元環境データ記憶部7、認識部8、対象物データ記憶部9、対象物データ記憶部10及び環境モデル記憶部11よりなる。

【0033】また、図3に環境モデル処理部2の処理の流れを示す。以下この流れを参考しつつ各ステップを詳細に説明する。

【0034】(ステップ1)

① 更新部6において、予め環境内に設定しておいた環境座標系における3次元座標データに、3次元属性情報入力部1で得られたステレオカメラの座標系における環境の3次元座標データを変換し、3次元環境データ記憶部7に登録する。観測を始めた時のステレオカメラの座

標系の環境座標系内の初期位置は、予め測量器により計測しておく。

【0035】② 更新部6は、3次元環境データ記憶部7に蓄積されている環境の3次元形状を参照し、次の画像収集位置を設定する。この場合に、画像収集位置は3次元環境データ記憶部7に蓄積されている環境の3次元形状から任意の自由空間位置を選ぶ。そして、観測制御部5に画像収集位置の環境座標系における位置情報を送る。

【0036】③ 観測制御部5は、この位置に環境モデル作成装置が移動できるようアクチュエータを制御する。

【0037】④ 環境モデル作成装置の移動後、3次元属性情報入力部1に画像入力信号を送る。

【0038】⑤ 3次元属性情報入力部1は、画像メモリに蓄えられた画像から再び、新たな位置からの環境の3次元座標値を求める。

【0039】⑥ この座標値を更新部6は環境座標系での座標値に変換し、3次元環境データ記憶部7に記録されている3次元形状と表面データと統合する。統合は空間を格子上に区切った占有格子(occupancy grid 図4参照)において3次元形状と表面データが獲得された環境座標系の位置を含む格子を随時埋めていくことで実現する。

【0040】⑦ この移動、ステレオ画像入力、3次元座標値算出、統合の処理を繰り返しながら、3次元環境データ記憶部7における蓄積データを更新していく。

【0041】(ステップ2)認識部8は、予め対象物データ記憶部10に登録しておいた机、椅子、パーティション等の環境内対象物の対象物データを用いて、3次元環境データ記憶部7に納められている環境の3次元形状と表面データから対象物部分のデータを認識する。

【0042】① 対象物データ記憶部10に記憶されている環境内対象物の対象物データは以下の通りである。

【0043】(1) 形状データ

対象物データの表面を三角形のパッチに切り分け、個々の三角形の頂点座標値及び面の表方向を示す法線ベクトルが蓄積されている。座標系は対象物データの周辺に任意に定める。

【0044】(2) 表面データ

各三角形パッチに対応する対象物データ表面の画像が、三角形パッチ上にテクスチャーマッピングして蓄積されている。

【0045】(3) 照合データ

認識部8で用いる照合用データであり、三角形パッチの法線ベクトル同士が類似している隣接パッチ同士を統合し、求めた平面の集合が蓄積されている。この平面集合に含まれていない三角形パッチの集合は曲面に含まれるというフラグを付加し、蓄積しておく。各平面は、法線ベクトル、折れ線近似した輪郭線の3次元座標列、面

積、及び平面上の重心位置を対象物データ毎に設定された座標系に対し保持している。

【0046】② 認識部8では、3次元環境データ記憶部7より得られる占有格子データに対し、ハフ変換(hough変換)を適用し、平面の集合を求める。得られた平面の集合P1に対し、対象物データ記憶部10に蓄積されている各対象物データS1の照合データと類似している平面の組合せを探索する。つまり、各S1に対し、構成している個々の平面F1の面線及び輪郭形状が類似しており、かつF1間の3次元的位置関係が類似している平面の組合せQ1がP1中で存在するか否かを探索する。そして、存在するならば、それを対象物データとして認識する。

【0047】(ステップ3) 認識部8では、S1の各F1がQ1の対応する平面と最も重複するようなプリミティブの座標系と環境座標系との間の回転移動量(θ_x , θ_y , θ_z)、及び平行移動量(d_x , d_y , d_z)を求める。そして、対象物データ設置部9に対象物データの種類とともに送る。

【0048】(ステップ4) 対象物データ設置部9は、認識した部分の3次元形状及び表面データと対象物データ記憶部10に蓄積されている3次元形状及び表面データとを置き換える。

【0049】すなわち、対象物データ設置部9では、認識部8より送られてくる回転移動量と平行移動量を用いて、3次元属性情報入力部1より得られた占有格子データに照合された対象物データのデータを組み込む。占有格子データの外郭面を三角形パッチで近似した後、照合がとれた対象物データの形状データ及び表面データを認識部8より得られる回転移動量及び平行移動量を用いて座標変換して統合する。

【0050】(ステップ5) 統合された3角形パッチ及びパッチ上にテクスチャーマッピングされた表面情報を環境モデル記憶部11に登録する。

【0051】映像作成部

映像作成部3は、環境モデル処理部2により得られた環境モデル記述をコンピュータグラフィックスを利用した映像に変換し表示する。

【0052】解析部

解析部4は、この人工映像と3次元属性情報入力部1で得られた現在位置でのカメラ画像を比較することにより、3次元距離入力の欠落、誤差による記述の誤り部分を検出し、環境モデル処理部2に格納された環境モデル記述の修正を行なう。また、解析部4は、上記比較処理によりモデルデータが得られていない領域を検出し、新たな観測指令を3次元属性情報入力部1、または、観測制御部5に送信し、移動観測の制御を行なう。

【0053】本実施例では、認識部8において、3次元環境データ記憶部7より得られた環境の3次元形状と表面データから対象物データを認識するのに平面の組合せ

を用いているが、対象物データのボリュームを用いて照合する等、他の手法も適用できる。また、対象物データ記憶部10のデータは本実施例で記述したものに限定されることはなく、認識部8においてとられる認識手法に応じて様々なものを用いることができる。

【0054】(実施例2) 次に、本発明の環境モデル作成装置の第2の実施例を図1及び図5~図19に従い説明する。

【0055】本実施例の環境モデル作成装置の概略構成は、第1の実施例と同じもので、3次元属性情報入力部1、環境モデル処理部2、映像作成部3、解析部4、観測制御部5から構成されている。以下、各部分を説明する。

【0056】3次元属性情報入力部

図5に奥行きデータをステレオ視により獲得する際の3次元属性情報入力部1の一構成例を示す。

【0057】2台のテレビカメラ106, 107は観測制御部5より送られてくる画像入力信号により画像を同時に入力し、画像メモリ108, 109へそれぞれ格納する。奥行き算出部110は画像メモリ108, 109より入力された2枚の画像からステレオ視により奥行きを算出する。

【0058】本装置による観測を行なう以前に、人間が環境内に基準となる環境座標系を設定しておく。そして、この環境座標系における本装置の初期位置及び初期方向を測定しておく、観測制御部5に登録しておく。

【0059】座標変換部111は、観測制御部5より送られてくる本装置の環境座標系における位置及び方向を用い、奥行き算出部110により算出された奥行きデータを座標変換する。図7に示すように本装置の環境座標系Cにおける位置及び方向を(x_v , y_v , z_v), θ_v とし、奥行き算出部110により得られた奥行きデータ(ステレオカメラの座標系C')を基準にして得られている本装置の位置及び方向は、この座標系C'の原点位置及びx軸との成す角度を用いている)を(x_s , y_s , z_s)とすると、以下の方程式により、環境座標系を基準とした3次元データ(x , y , z)が得られる。ただし、本実施例では本装置が動き回る床面は平坦であり、 x 軸及び y 軸の回転は無視している。

$$\begin{aligned} x &= x \cos \theta_v - y \sin \theta_v - x_v \\ y &= x \sin \theta_v + y \cos \theta_v - y_v \\ z &= -z_v \end{aligned}$$

観測制御部

図6に観測制御部5の一構成例であり、外郭データ生成部112、蓄積部113、表面情報解析部114、観測位置方向算出部115、移動制御部116及びアクチュエータ117から構成される。以下、各部分を説明する。

【0061】[蓄積部] 蓄積部113には、観測空間を $x-y$ 平面に投影し、その平面を均一サイズの格子で区

9

切った占有格子Gが蓄積されている（図9参照）。この占有格子Gの(i, j)番目の格子をg_{ij}とする。g_{ij}は2つの状態フラグf_t, f_aを保持している。

【0062】f_tは、対象フラグであり、格子g_{ij}が外郭であるか否かを記述する。f_aは、領域フラグであり、g_{ij}が外郭領域であるか否かを記述する。この関係を説明すると下記のようになる。

【0063】f_tは、格子g_{ij}が完全な外郭であるか否かを設定するものであり、完全な外郭でない場合は1であり、完全な外郭である場合は2である。

【0064】f_aは、g_{ij}が外郭領域であるか否かを設定するものであり、外郭領域でない場合は0であり、外郭領域である場合は1である。

【0065】f_t=2であって、完全な外郭の場合とは、g_{ij}に外郭があると認識され、かつ、そのg_{ij}以上の領域に3次元データが存在しない場合をいう。そして、このような領域が、外郭領域であり、f_a=1となる。

【0066】f_t=1であって、完全な外郭でない場合とは、g_{ij}に外郭があると認識され、かつ、そのg_{ij}以上の領域に3次元データが存在する場合をいう。そして、このような領域が、外郭領域でないとして、f_a=0となる。

【0067】【外郭データ生成部】外郭データ生成部112は、3次元属性情報入力部1より得られた環境座標系を基準とする3次元データから、図8の処理手順に従って、外郭データ、非外郭データ及び画像データを求め、これらのデータと蓄積部113のデータとを統合する。

【0068】以下、図8に基づいて外郭データ生成部112の処理を説明する。

【0069】まず、前提として各g_{ij}のf_t, f_aは、本装置起動時において0に初期化しておく。そして、蓄積部113に登録されている占有格子Gをロードする。

【0070】（ステップ1）3次元属性情報入力部1より得られた各3次元データ(x, y, z)に対し、(x, y)の値を含むg_{ij}の対象フラグf_tを1とする。

【0071】（ステップ2）f_t=1である各g_{ij}に対し、f_a=1であるならf_tを2とする。

【0072】（ステップ3）f_t=1である各g_{ij}を図10に示すように8隣接でラベリングし、ラベル領域の集合l_iを求める。図10の例の場合、

【数1】

$$11, 12 \in L$$

のようにラベル付けされる。

【0073】（ステップ4）l_iが空集合か否かを判断して、空集合でなければステップ5に進み、空集合であればステップ10に進む。

【0074】（ステップ5）l_iが空集合でないので、L

10

に含まれるラベル領域から任意に1つの領域l_iを選択する。そして、図11に示すように、本装置の位置Pからラベル領域l_iへ引いた2本の接線p₁, p₂に囲まれる領域の中で、l_iよりもp₂に対して離れている領域を求める。この領域を含んでいるすべての占有格子g_{ij}の集合を外領域Aとする。図12の例の場合、ラベル領域l₁の外領域はA₁、ラベル領域l₂の外領域はA₂となる。

【0075】（ステップ6）外領域Aに含まれるg_{ij}の中で、f_t=1である領域、すなわち、3次元データが存在する領域が含まれているか否かを判断して、含まれていればステップ9に進み、含まれていなければステップ7に進む。

【0076】（ステップ7）外領域Aに含まれるg_{ij}の中で、f_t=1である領域（すなわち、3次元データが存在する領域）が含まれていないので（図12の例では外領域A₁）、ラベル領域に含まれるg_{ij}は外郭であるとしてf_tに2を代入する。

【0077】（ステップ8）外領域を含んでいるg_{ij}のf_aを1とする。図12の例では、l₁に含まれるg_{ij}のf_tは、2に設定される。また、A₁に含まれるg_{ij}のf_aは、1に設定される。しかし、A₂の領域にはf_t=1であるg_{ij}が存在するので、l₂に含まれるg_{ij}のf_tは1のままであり、A₂に含まれるg_{ij}のf_aも0のままである。

【0078】（ステップ9）Lの集合から選択したラベル領域l_iを除き、ステップ4に戻り、再びラベル領域を1つ選択し、以上の処理をしが空集合になるまで繰り返す。

【0079】（ステップ10）l_iが空集合なので、f_tが1または2である各占有格子g_{ij}に対し、そのg_{ij}が含む3次元データの中で最大のz座標値z_{max}を持つものを選ぶ。そして、占有格子Gにz_{max}を付加した立体占有格子V（図13参照）を作成する。

【0080】（ステップ11）画像入力部より得られた画像情報をCGにおけるテクスチャーマッピングの技法で立体占有格子の側面に貼り付ける。ここで、立体占有格子の側面とは占有格子Gの個々の格子をz_{max}だけ上に伸ばした柱状直方体の側面のことであり、図13の立体占有格子の例においてはS₁, S₂, S₃, S₄である。図14に示すように、本装置の環境座標系における位置が既知であるため、本装置に対するカメラの位置・姿勢及び焦点位置をキャリブレーションにより獲得しておけば、立体占有格子上の側面に投影される画像部分を切り出すことができるため、立体占有格子の各側面に切り出した画像を画像ファイルとして付加しておく。

【0081】（ステップ12）以上の処理を行なった後、外郭データ生成部112は、蓄積部113のデータを新たな立体占有格子Vと占有格子Gに更新する。

【0082】【表面情報解析部】表面情報解析部114

11

では、蓄積部113の立体占有格子Vの側面に付加された画像のエッジの密度による領域分割をそれぞれ行なう。

【0083】〔観測位置方向算出部〕観測位置方向算出部115では、観測しようとする対象物の背景画像が単純なテクスチャー領域を持つような観測位置及び方向を算出する。図15に基づいて観測位置方向算出部115の処理の流れを説明する。

【0084】(ステップ1) 占有格子Gに $f_t = 1$ の格子が存在するか否かを判断し、存在すればステップ2に進み、存在しなければステップ14に進んで、観測終了信号を移動制御部7へ送り終了する。

【0085】(ステップ2) 占有格子Gに $f_t = 1$ の格子が存在するので、この格子は外郭ではないため、再計測を行ない、測定精度を高めていく。占有格子Gの各 g_{ij} の中で、 $f_t = 1$ である領域を8隣接でラベル付けし、その集合を L_1 とする。

【0086】(ステップ3) 占有格子Gの各 g_{ij} の中で、 $f_t = 2$ である領域を8隣接でラベル付けし、その集合を L_2 とする。 L_2 は外郭の領域である。

【0087】(ステップ4) 近接している L_1 、 L_2 における領域をそれぞれ l_{1i} 、 l_{2i} とする。ここで、近接しているとは、図16に示すように、 l_{1i} 、 l_{2i} の間に $f_t = 1$ の g_{ij} が存在しないことである。

【0088】(ステップ5) 図16に示すように、 l_{2i} に対し l_{1i} の重心を中心とした点対称の位置の周辺に探索領域Bを設定する。Bは例えば、図17に示すように、 l_{1i} と l_{2i} の両端同士を結んだ直線を延長し、交わる点C以下の3角形領域として設定される。

【0089】(ステップ6) 探索領域Bが設定できたらなればステップ7に進み、設定できなければステップ12に進む。

【0090】(ステップ7) 探索領域Bを設定すると、 l_{2i} に対応する立体占有格子の側面画像に対する表面情報解析部5の領域分割結果から、エッジの密度の低い領域を単純テクスチャー領域として求める。

【0091】(ステップ8) 探索領域B中で本装置の位置方向を隨時変更し、単純テクスチャー領域と l_{1i} を本装置の画像面に投影した際の画像を生成する(図18参照)。

【0092】(ステップ9) この画像中で、図19に示すように、 l_{1i} の投影画像の上部が単純テクスチャー領域に含まれている否かを判断し、含まれていればステップ10に進み、含まれていなければステップ11に進む。

【0093】(ステップ10) l_{1i} が存在する空間を再観測空間とし、この時の(x, y, z), θを移動制御部116へ送る。そして、終了する。

【0094】(ステップ11) l_{1i} の投影画像の上部が単純テクスチャー領域に含まれていないなら、探索領域

50

12

Bのすべての場所で投影画像の作成を行い、 l_{1i} の投影画像の上部が単純テクスチャー領域に含まれているか否かを判断し、含まれていればステップ12に進み、含まれていなければステップ8に戻る。

【0095】(ステップ12) 探索領域Bのすべての場所で投影画像を作成しても投影画像の上部が単純テクスチャー領域に含まれるような l_{1i} が存在しない場合には、 l_{1i} を L_1 の集合から除去する。

【0096】(ステップ13) L_1 が空集合か否かを判断して、 L_1 が空集合であるなら観測終了信号を移動制御部116へ送って終了する。 L_1 が空集合でなければ近接している l_{1i} と l_{2i} の組を選び直して探索領域を設定し、ステップ4に戻る。

【0097】[移動制御部] 移動制御部116では観測位置方向算出部115より入力される位置(x, y, z)、方向θに本装置が移動できるようアクチュエータ117を制御する。そして、移動した後、3次元属性情報入力部1に画像入力信号を出す。また、本装置の環境座標系における現在位置方向として、(x, y, z)、θの値を3次元属性情報入力部1へ送る。観測位置方向算出部115より、観測終了信号が入力された場合には移動制御を停止し、観測を終了する。

【0098】環境モデル処理部

環境モデル処理部2は3次元属性情報入力部1より得られた3次元データや画像から環境モデルを記述する。

【0099】映像作成部

映像作成部3は、環境モデル処理部2により得られた環境モデル記述をCGを利用した映像に変換し表示する。

【0100】解析部

解析部4は、この人工映像と3次元属性情報入力部1で得られた現在位置でのカメラ画像を比較することにより、3次元距離入力の欠落、誤差による記述の誤り部分を検出し、環境モデル処理部2に格納された環境モデル記述の修正を行なう。また、解析部4は、上記比較処理によりモデルデータが得られていない領域を検出し、新たな観測指令を3次元属性情報入力部1、または、観測制御部5に送信し、移動観測の制御を行なう。

【0101】ここでは、3次元属性情報入力部の一構成例として、カメラが2台の場合を説明したが、カメラの台数には制限がなく、上述と同様の手法で実現できる。

【0102】また、表面情報解析部114において、エッジの密度により、画像を領域分割したが、色相や Fourier変換によるテクスチャー解析による領域分割手法も適用することができる。さらに、観測位置方向算出部115における、探索領域Bの設定手法や、投影画像を生成する位置方向の決め方等も、本装置はここで説明した手法にとらわれることはなく、他の手法も適用できる。

【0103】

【発明の効果】第1の発明の環境モデル作成装置であれば、データ入力手段が構築した環境の3次元形状及び表

13

面情報に代えて、予め記憶されている対象物データが個別に置換えられるので、登録されている対象物は独立にアクセスできる。このため、CG処理において必要とされる基本的な処理の実現に必要な情報を直接得ることができる。

【0104】第2の発明の環境モデル作成装置であれば、環境の3次元データを獲得する際に、環境の外郭から順番に観測していく、最外郭が入力された後、その内部の対象物に対し、テクスチャーが単純な領域が背景となるような位置方向から画像を入力し、3次元データを獲得していくため、3次元データの獲得処理が容易となり、獲得されるデータの信頼性が高まる。これにより、信頼性の高い3次元データが獲得できるため、環境モデルの入力ができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例の環境モデル作成装置を示すブロック図である。

【図2】環境モデル処理部のブロック図である。

【図3】環境モデル処理部の処理の流れを示すフローチャートである。

【図4】占有格子を説明するための図である。

【図5】第2の実施例の3次元属性情報入力部のブロック図である。

【図6】第2の実施例の観測制御部の一構成を示すブロック図である。

【図7】環境座標系と本装置のステレオカメラの座標系を説明するための図である。

【図8】外郭データ生成部の流れを示すフローチャートである。

【図9】外郭データ生成部の占有格子を説明するための図である。

【図10】外郭データ生成部のラベリングを説明するための図である。

【図11】外郭データ生成部の外領域を説明するための図である。

【図12】外郭データ生成部の外郭の決定手法を説明す

10

20

30

14

るための図である。

【図13】外郭データ生成部の立体占有格子を説明するための図である。

【図14】外郭データ生成部の画像のマッピングを説明するための図である。

【図15】観測位置方向算出部の処理の流れのフローチャートである。

【図16】観測位置方向算出部の探索領域の設定手法を説明するための図である。

【図17】観測位置方向算出部の探索領域の設定手法を説明するための図である。

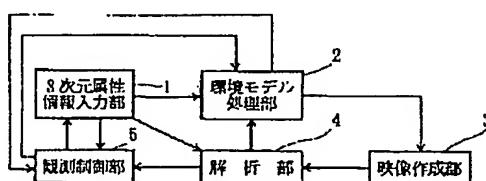
【図18】観測位置方向算出部の画像面への投影を説明するための図である。

【図19】観測位置方向算出部の単純テクスチャー領域との包含関係を説明するための図である。

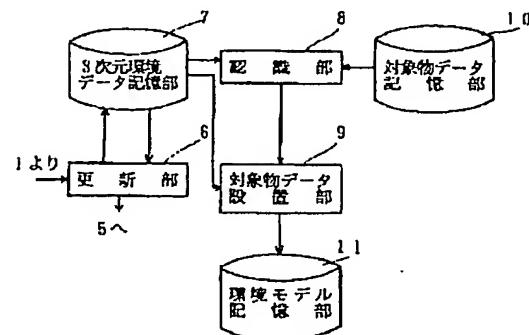
【符号の説明】

- 1 … 3次元属性情報入力部
- 2 … 環境モデル処理部
- 3 … 映像作成部
- 4 … 解析部
- 5 … 観測制御部
- 6 … 更新部
- 7 … 3次元環境データ記憶部
- 8 … 認識部
- 9 … 対象物データ設置部
- 10 … 対象物データ記憶部
- 11 … 環境モデル記憶部
- 11.0 … 奥行き算出部
- 11.1 … 座標変換部
- 11.2 … 外郭データ生成部
- 11.3 … 蓄積部
- 11.4 … 表面情報解析部
- 11.5 … 観測位置方向算出部
- 11.6 … 移動制御部
- 11.7 … アクチュエータ

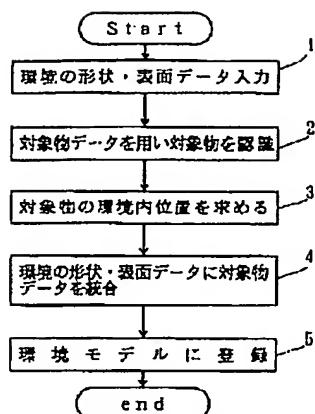
【図1】



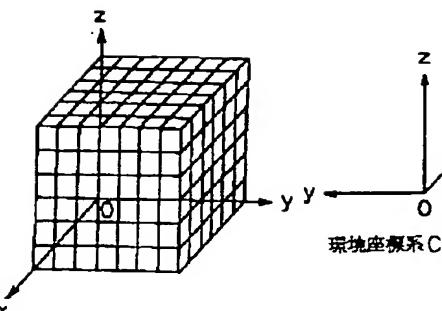
【図2】



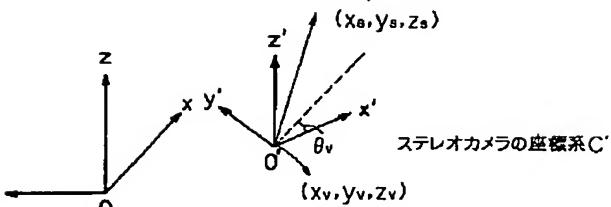
【図3】



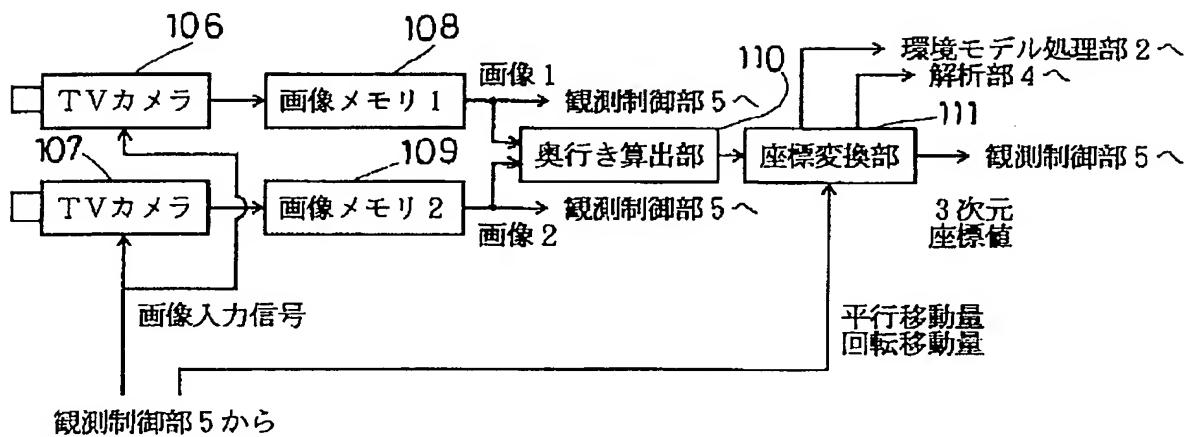
【図4】



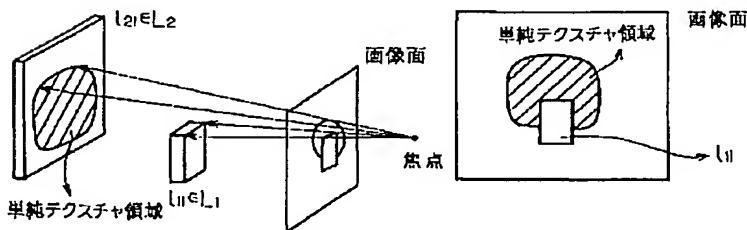
【図7】



【図5】

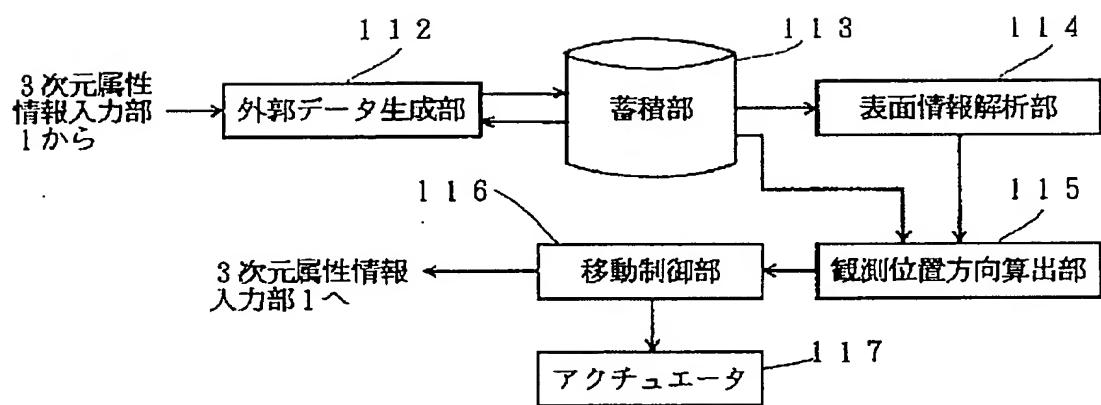


【図18】

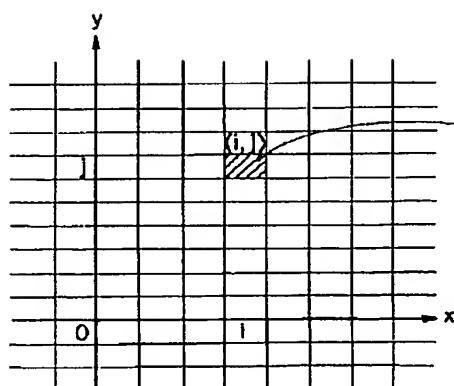


【図19】

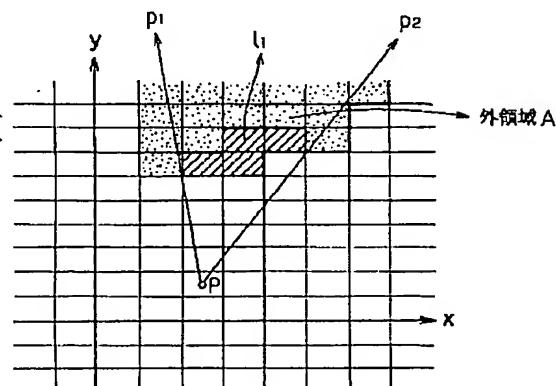
【図6】



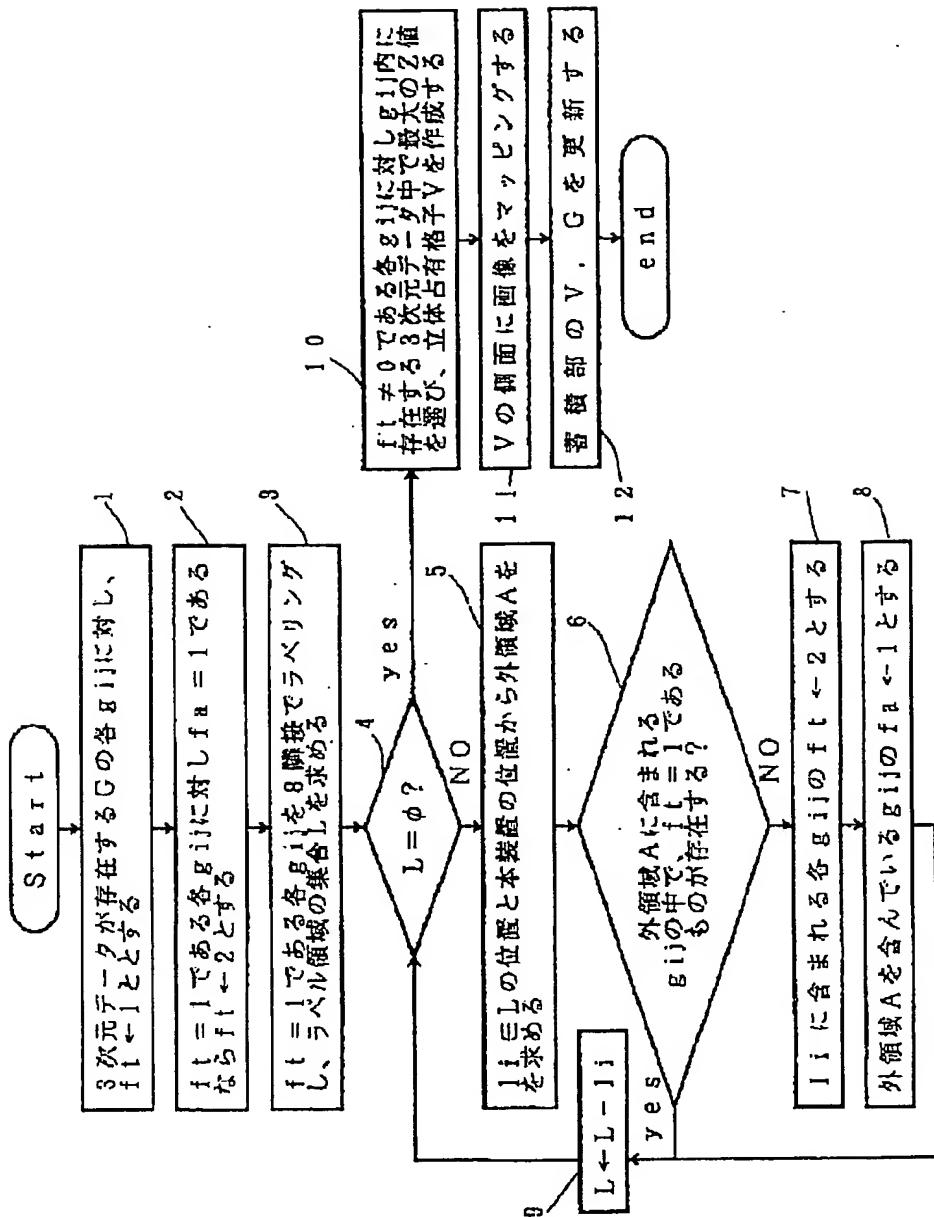
【図9】



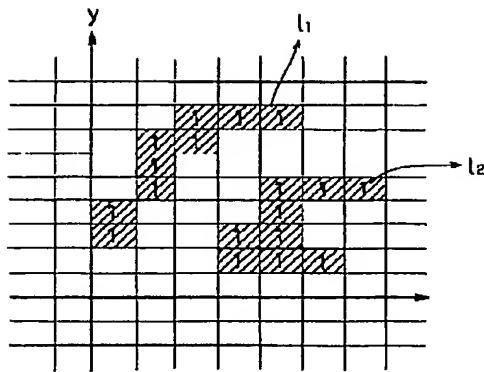
【図11】



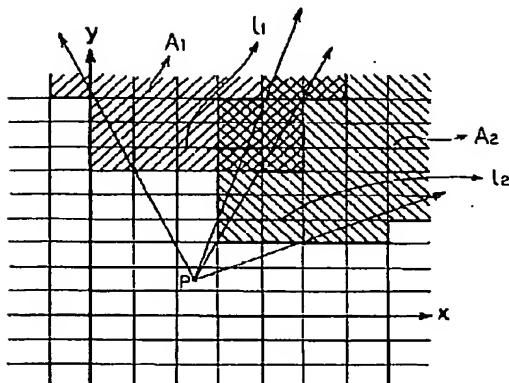
【図8】



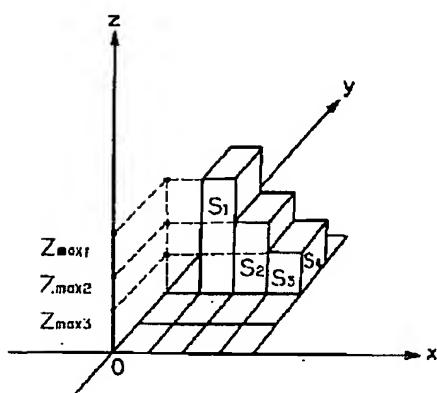
【図10】



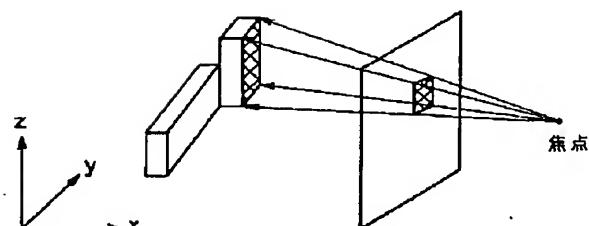
【図12】



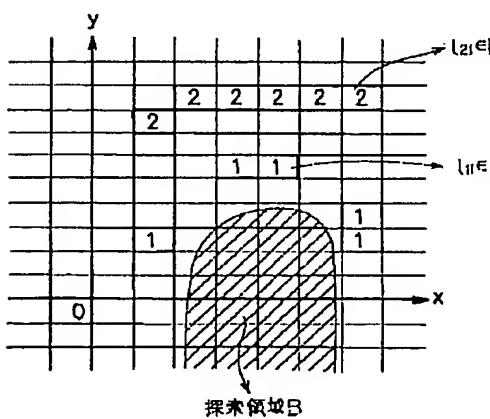
【図13】



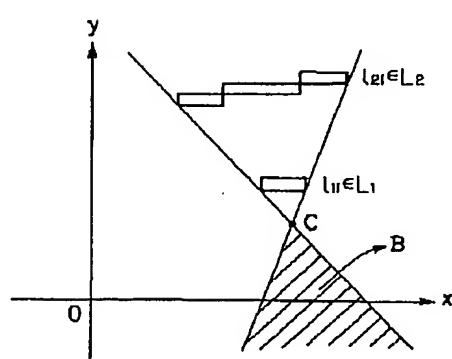
【図14】



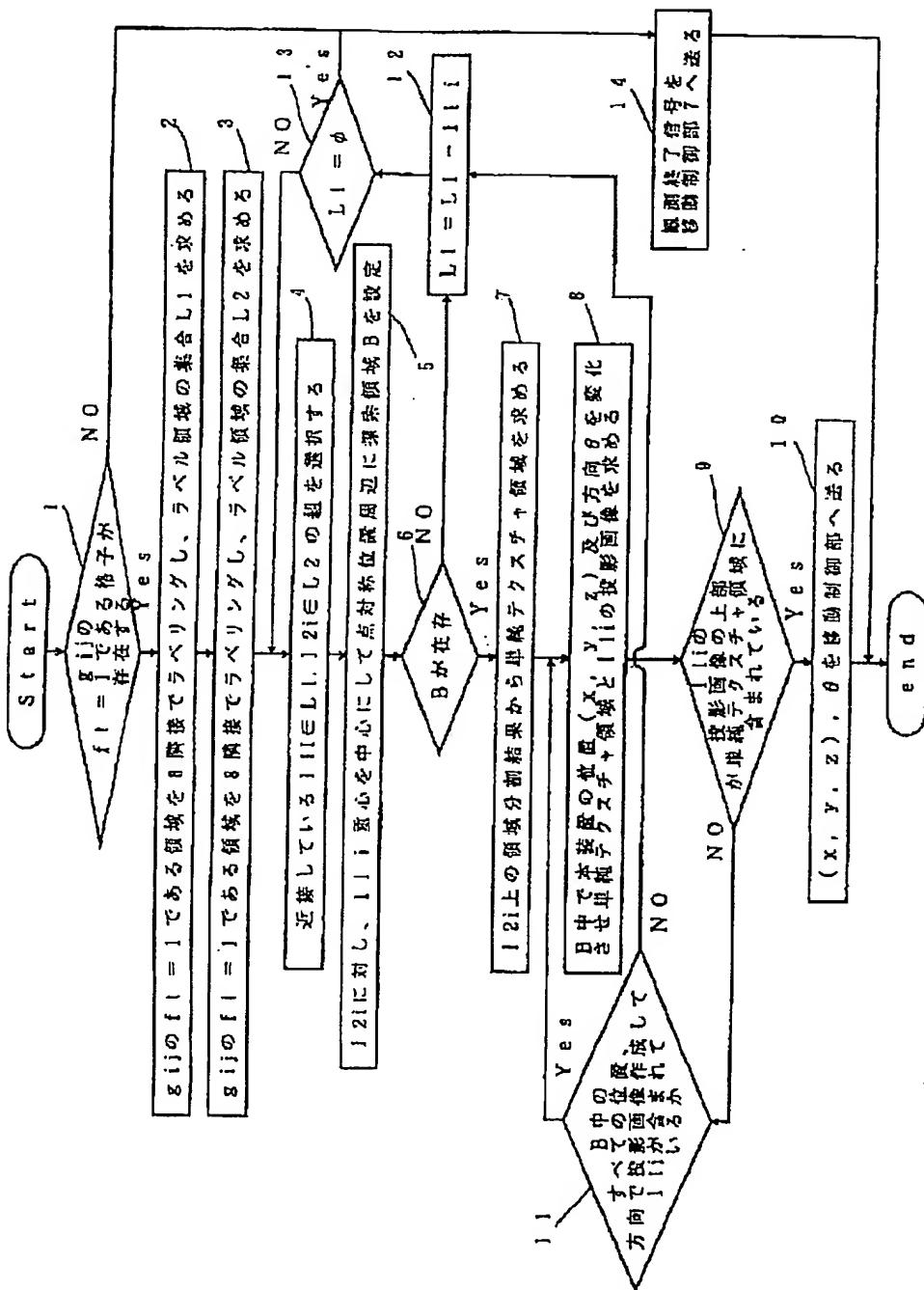
【図16】



【図17】



【図15】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

識別記号 庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 06 T 15/00

7/00

H 0 4 N 7/18
// G 0 1 B 11/24

K
Z

(72)発明者 鈴木 薫
大阪府大阪市北区大淀中一丁目1番30号
梅田スカイビル タワーウエスト 株式会
社東芝関西支社内

(72)発明者 和田 隆
大阪府大阪市北区大淀中一丁目1番30号
梅田スカイビル タワーウエスト 株式会
社東芝関西支社内

(72)発明者 八木 稔
大阪府大阪市北区大淀中一丁目1番30号
梅田スカイビル タワーウエスト 株式会
社東芝関西支社内

(72)発明者 服部 寛
大阪府大阪市北区大淀中一丁目1番30号
梅田スカイビル タワーウエスト 株式会
社東芝関西支社内

(72)発明者 中村 達郎
大阪府大阪市北区大淀中一丁目1番30号
梅田スカイビル タワーウエスト 株式会
社東芝関西支社内